

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application: 2003年 1月31日

出願番号 Application Number: 特願2003-023379

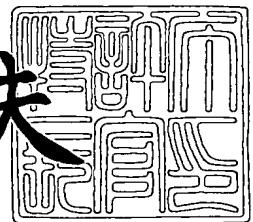
[ST. 10/C]: [JP2003-023379]

出願人 Applicant(s): 信越半導体株式会社

2003年 9月16日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 AX0237152S

【提出日】 平成15年 1月31日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 33/00

【発明者】

【住所又は居所】 群馬県安中市磯部二丁目13番1号 信越半導体株式会社 半導体磯部研究所内

【氏名】 萩本 和徳

【特許出願人】

【識別番号】 000190149

【氏名又は名称】 信越半導体株式会社

【代理人】

【識別番号】 100095751

【弁理士】

【氏名又は名称】 菅原 正倫

【電話番号】 052-212-1301

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003388

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9901665

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 発光素子及び半導体素子用オーミック電極構造

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第一の化合物半導体よりなるピーク波長が450 nm以上580 nm以下の発光層部の主表面側に光取出面が形成される一方、前記発光層部の主裏面、又は該発光層部の主裏面に電気的に結合された前記発光光束に対して透明な第二の化合物半導体よりなる補助化合物半導体層の主裏面に、Agを主成分とするAg系コンタクト金属と前記主裏面をなす化合物半導体との合金化層よりなるAg系コンタクト層が形成され、さらに、そのAg系コンタクト層を覆うとともに、前記発光層部からの光を前記光取出面側に反射させる、Agを主成分とする金属よりなるAg系反射金属層が形成されたことを特徴とする発光素子。

【請求項 2】 前記発光層部は、 $(Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}P$ （ただし、 $0 \leq x \leq 1$ ， $0 \leq y \leq 1$ ）又は $In_xGa_yAl_{1-x-y}N$ （ $0 \leq x \leq 1$ ， $0 \leq y \leq 1$ ， $x + y \leq 1$ ）により、第一導電型クラッド層、活性層及び第二導電型クラッド層がこの順序にて積層されたダブルヘテロ構造を有するものとして構成されていることを特徴とする請求項1記載の発光素子。

【請求項 3】 前記補助化合物半導体層は、前記発光用化合物半導体層に貼り合わされた透明導電性基板であり、前記Ag系反射金属層が前記発光層部からの光を該透明導電性基板を経て前記光取出面側に反射させることを特徴とする請求項1又は2に記載の発光素子。

【請求項 4】 前記Ag系反射金属層と前記透明導電性基板との間に前記Ag系コンタクト層が、前記Ag系反射金属層の主表面上に分散する形で配置されてなることを特徴とする請求項3記載の発光素子。

【請求項 5】 前記Ag系反射金属層に対する前記Ag系コンタクト層の形成面積率が1%以上25%以下であることを特徴とする請求項4記載の発光素子。

【請求項 6】 前記Ag系反射金属層は、前記Ag系コンタクト層よりもAg含有率が高く設定されてなることを特徴とする請求項1ないし請求項5のいずれか1項に記載の発光素子。

【請求項7】 前記A g系反射金属層のA g含有率が95質量%以上であることを特徴とする請求項1ないし請求項6のいずれか1項に記載の発光素子。

【請求項8】 前記A g系反射金属層が純A gよりなることを特徴とする請求項7記載の発光素子。

【請求項9】 前記A g系反射金属層がP dを含有したA g合金よりなることを特徴とする請求項1ないし請求項7のいずれか1項に記載の発光素子。

【請求項10】 I I I-V族化合物半導体よりなる素子本体の表面に、A gを主成分としてGeとNiとを含有したA gGeNiコンタクト金属と、前記I I I-V族化合物半導体との合金化層よりなるA g系コンタクト層が形成され、さらにそのA g系コンタクト層を覆うように、A gを主成分とするA g系金属よりなる電極層が形成されてなることを特徴とする半導体素子用オーミック電極構造。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

この発明は発光素子及び半導体素子用オーミック電極構造に関する。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

##### 【特許文献1】

特開平7-66455号公報

##### 【特許文献2】

特開平11-191641号公報

##### 【0003】

発光ダイオードや半導体レーザー等の発光素子に使用される材料及び素子構造は、長年にわたる進歩の結果、素子内部における光電変換効率が理論上の限界に次第に近づきつつある。従って、一層高輝度の素子を得ようとした場合、素子からの光取出し効率が極めて重要となる。例えば、AlGaInP混晶により発光層部が形成された発光素子は、薄いAlGaInP（あるいはGaInP）活性層を、それよりもバンドギャップの大きいn型AlGaInPクラッド層とp型

A<sub>1</sub>G<sub>a</sub>I<sub>n</sub>Pクラッド層とによりサンドイッチ状に挟んだダブルヘテロ構造を採用することにより、発光波長が緑色から赤色領域で、かつ高輝度の素子を実現できる。このようなA<sub>1</sub>G<sub>a</sub>I<sub>n</sub>Pダブルヘテロ構造は、A<sub>1</sub>G<sub>a</sub>I<sub>n</sub>P混晶がGaAsと格子整合することを利用して、GaAs単結晶基板上にA<sub>1</sub>G<sub>a</sub>I<sub>n</sub>P混晶からなる各層をエピタキシャル成長させることにより形成できる。そして、これを発光素子として利用する際には、通常、GaAs単結晶基板をそのまま素子基板として利用することも多い。しかしながら、発光層部を構成するA<sub>1</sub>G<sub>a</sub>I<sub>n</sub>P混晶はGaAsよりもバンドギャップが大きいため、発光した光がGaAs基板に吸収されて十分な光取出し効率が得られにくい難点がある。この問題を解決するために、半導体多層膜からなる反射層を基板と発光素子との間に挿入する方法（例えば特許文献1）が提案されているが、積層された半導体層の屈折率の違いを利用するため、限られた角度で入射した光しか反射されず、光取出し効率の大幅な向上は原理的に期待できない。

#### 【0004】

そこで、成長用のGaAs基板を剥離する一方、補強用の導電性基板を、反射層を兼ねたAu層を介して剥離面に貼り合わせる技術が知られている。このAu層は反射率が高く、また、反射率の入射角依存性が小さい利点がある。しかしながら、反射層としてAu層を用いると、発光層部の波長によっては十分な反射効果が得られず、光取出し効率が思ったほど顕著には向上しない。その理由は、Auは波長670nm以下の可視光域に強い吸収があり、発光層部のピーク発光波長が670nm以下に存在する場合に反射率低下が著しくなるからである。その結果、総発光強度が低下しやすくなるほか、取り出される光のスペクトルが、吸収により本来の発光スペクトルとは異なるものとなり、発光色調の変化も招きやすくなる問題も生ずる。反射金属層としてAgを使用する提案は、特許文献2に開示されている。

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記特許文献2に記載された発光素子において、Ag系反射金属層が形成される化合物半導体層は、発光層部を含めて窒化物系のIII-V族

化合物半導体が使用され、A g系反射金属層とのオーミック接触をとるために、化合物半導体上にN i、C o、M g及びS bのいずれかよりなるオーミック接触形成用の単体金属層を形成し、その上をA g系反射金属層により被覆している。しかし、N i、C o、M g、S bのいずれの単体金属も、青色から緑色の光に対する反射率が必ずしも良好なものではないという問題がある。

### 【0006】

本発明の課題は、A l G a I n P又はI n G a A l NとA g系反射金属層との間に良好なオーミック接触を形成でき、かつ、青色から緑色の光に対する光取出効率を一層高めることができる発光素子と、A g系金属よりなる電極層を含み、発光素子を初めとする半導体デバイスにおいて良好なオーミック接触を安価に形成できる半導体素子用オーミック電極構造とを提供することにある。

### 【0007】

#### 【課題を解決するための手段及び作用・効果】

上記の課題を解決するために、本発明の発光素子は、第一の化合物半導体よりなるピーク波長が450nm以上580nm以下の発光層部の主表面側に光取出面が形成される一方、発光層部の主裏面、又は該発光層部の主裏面に電気的に結合された発光光束に対して透明な第二の化合物半導体よりなる補助化合物半導体層の主裏面に、A gを主成分とするA g系コンタクト金属と主裏面をなす化合物半導体との合金化層よりなるA g系コンタクト層が形成され、さらに、そのA g系コンタクト層を覆うとともに、発光層部からの光を光取出面側に反射させる、A gを主成分とする金属よりなるA g系反射金属層が形成されたことを特徴とする。なお、本明細書において「主成分」とは、最も質量含有率の高い成分のことをいう。

### 【0008】

上記本発明の発光素子の構造によると、A g系反射金属層を配置すべき化合物半導体層の主裏面に、A g系コンタクト金属が、当該化合物半導体層とA g系コンタクト金属とが合金化されたA g系コンタクト層の形で形成され、A g系反射金属層がこれを覆うように形成される。オーミック接触形成用のドーパント元素がA gとともに化合物半導体層と合金化されると、A g系反射金属層とのオ-

ミック接触性が飛躍的に高められる。また、コンタクト層がA g含有率の高い合金層として形成されるので、ピーク波長が450 nm以上580 nm以下、すなわち青色から緑色の光に対する光取出効率を、Ni、Co、Mg、Sb等の単体金属をコンタクト層とする場合に比べて、一層高めることができる。

### 【0009】

A g系反射金属層は、Au系金属よりも反射金属層と比べて圧倒的に安価であり、しかも可視光の略全波長域（350 nm以上700 nm）に渡ってAu系金属よりも良好な反射率を示し反射率の波長依存性が小さい。その結果、素子の発光波長によらず高い光取出効率を実現できる。またAlのような金属と比較すれば青色から緑色の発光に対しても、酸化皮膜等の形成による反射率低下も生じにくい。図3は、鏡面研磨した種々の金属表面における反射率を示すものであり、プロット点「■」はA gの反射率を、プロット点「△」はAuの反射率を、プロット点「◆」はAlの反射率（比較例）である。また、プロット点「×」はAgPdCu合金である。A gの反射率は、350 nm以上700 nm以下（また、それより長波長側の赤外域）、特に、380 nm以上700 nm以下にて、可視光の反射率が特に良好である。当然、本発明のように、ピーク波長が450 nm以上580 nm以下の青色から緑色の発光波長域においても良好な反射率が得られる。

### 【0010】

他方、Auは有色金属であり、図3に示す反射率からも明らかなように、波長670 nm以下の可視光域に強い吸収があり（特に650 nm以下：600 nm以下ではさらに吸収が大きい）、発光層部のピーク発光波長が670 nm以下に存在する場合に反射率低下が著しくなる。その結果、青色や緑色のように、ピーク波長が450 nm以上580 nm以下の発光に対しては、当然、発光強度が低下しやすいほか、取り出される光のスペクトルが、吸収により本来の発光スペクトルとは異なるものとなり、発光色調の変化も招きやすくなる。しかしながら、本発明にて採用するA gは、波長670 nm以下の可視光域においても反射率は極めて良好である。すなわち、A g系反射金属層の採用により、青色や緑色の発光に対してAuよりもはるかに高い光取出し効率を実現できる。

## 【0011】

他方、図3に示すように、A1の反射率においても吸収ピークは生じないが、酸化皮膜形成による反射率低下があるため、可視光域での反射率は多少低い値（例えば85～92%）に留まっている。しかし、本発明にて採用するAgは酸化皮膜が形成されにくいため、A1よりも高い反射率を可視光域に確保できる。具体的には、波長400nm以上、特に450nm以上580nm以下の青色から緑色にかけての発光波長域に対しては、A1よりも良好な反射率を示していることがわかる。上記のようなピーク発光波長を有する発光層部は、例えば( $A_1_x G_a_{1-x}$ )<sub>y</sub>In<sub>1-y</sub>P（ただし、 $0 \leq x \leq 1$ ， $0 \leq y \leq 1$ ）又はIn<sub>x</sub>Ga<sub>y</sub>Al<sub>1-x-y</sub>N（ $0 \leq x \leq 1$ ， $0 \leq y \leq 1$ ， $x + y \leq 1$ ）により、第一導電型クラッド層、活性層及び第二導電型クラッド層がこの順序にて積層されたダブルヘテロ構造を有するものとして構成することができる。

## 【0012】

Ag系コンタクト層及びAg系反射金属層は、発光層部の主裏面に直接形成してもよいし、該主裏面に電気的に結合された第二の化合物半導体よりなる補助化合物半導体層の主裏面に形成してもよい。この場合、該補助化合物半導体層は、発光層部からの光をAg系反射金属層に導くことができるよう、発光層部からの光に対して透明なものでなければならない。この場合、補助化合物半導体層を構成する第二の化合物半導体は、発光層部を構成する第一の化合物半導体よりもバンドギャップの広いもの、あるいは間接遷移型の化合物半導体よりなるものを採用することが望ましい。

## 【0013】

補助化合物半導体層はエピタキシャル成長層として構成してもよいが、発光層部の補強層として機能させるためには、相当の膜厚に成長させるのに長時間をする問題がある。そこで、補助化合物半導体層は、発光用化合物半導体層に貼り合わされた透明導電性基板とすることにより、工程の能率化及び簡略化を図ることができる。この場合、Ag系反射金属層は、発光層部からの光を該透明導電性基板を経て光取出面側に反射させるものとなる。

## 【0014】

A g 系コンタクト層の形成に用いるA g 系コンタクト金属は、A g を主成分としてGeとNiとを含有したA g Ge Ni コンタクト金属とすることができる。

### 【0015】

また、本発明の半導体素子用オーミック電極構造は、III-V族化合物半導体よりなる素子本体の表面に、A g を主成分としてGeとNiとを含有したA g Ge Ni コンタクト金属と、III-V族化合物半導体との合金化層よりなるA g 系コンタクト層（以下、A g Ge Ni コンタクト層ともいう）が形成され、さらにそのA g 系コンタクト層を覆うように、A g を主成分とするA g 系金属よりなる電極層が形成されてなることを特徴とする。

### 【0016】

化合物半導体層がIII-V族化合物半導体（前述の $(Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}P$ （ただし、 $0 \leq x \leq 1$ ， $0 \leq y \leq 1$ ）や $In_xGa_yAl_{1-x-y}N$ （ $0 \leq x \leq 1$ ， $0 \leq y \leq 1$ ， $x + y \leq 1$ ））にて構成されるとき、A g Ge Ni コンタクト金属は、特許文献2に開示されたNi、Co、Mg及びSbの単体よりなるオーミック接触形成用金属と比較して、はるかに良好なオーミック接触が得られ、かつ、A g 系反射金属層との密着性も高い。A g Ge Ni コンタクト金属の具体的な組成は、例えばGe : 0.1質量%以上25質量%以下、Ni : 0.1質量%以上20質量%以下、残部A g であり、この範囲外の組成では接触抵抗低減効果が十分に得られない場合がある。

### 【0017】

なお、本発明の半導体素子用オーミック電極構造は、発光素子の反射金属層に限らず、例えばMESFET、HEMTあるいはHBTなどの他の半導体デバイスの電極に適用することも可能である。通常使用するAu系の電極と比較して安価なA g を使用するため経済的であり、しかもAu系の電極と比較しても遜色ないオーミック接触性を得ることができる。

### 【0018】

本発明の発光素子は、A g 系反射金属層と透明導電性基板との間にA g 系コンタクト層を、A g 系反射金属層の主表面上に分散する形で配置することが好ましい。A g 反射金属層は、発光層部への通電経路の一部をなす。しかし、A g 系反

射金属層を化合物半導体よりなる発光層部に直接接合すると、接触抵抗が高くなり、直列抵抗が増加して発光効率が低下する場合がある。Ag系反射金属層の場合、発光層部側のコンタクト層は、従来のようなAu系のものではなくAg系のものが使用可能であり、Ag系反射金属層を、Ag系コンタクト層を介して発光層部に接合することにより接触抵抗の低減を図ることができ、しかもAu系コンタクト層を用いる場合と比較してコンタクト層形成のコストも安価である。ただし、Ag系コンタクト層は接着力確保のために必要な合金成分を比較的多量に配合する必要があり、反射率が若干劣る。そこで、Ag系コンタクト層をAg系反射金属層の主表面上に分散形成しておけば、Ag系コンタクト層の非形成領域ではAg系反射金属層による高い反射率を確保できる。

#### 【0019】

なお、光取出効果を十分に高めるために、Ag系反射金属層に対するAg系コンタクト層の形成面積率（Ag系反射金属層の全面積にてAg系コンタクト層の形成面積を除した値である）は1%以上25%以下とすることが望ましい。Ag系コンタクト層の形成面積率が1%未満では接触抵抗の低減効果が十分でなくなり、25%を超えると反射強度が低下することにつながる。

#### 【0020】

Ag系反射金属層は、Ag系コンタクト層よりもAg含有率を高く設定しておくことで、Ag系コンタクト層の非形成領域において、Ag系反射金属層の反射率を一層高めることができる。Ag系反射金属層（ひいては、第一Ag系金属層と第二Ag系金属層）の材質として、Ag含有率が95質量%以上の金属、より具体的には純Ag（ただし、1質量%以内であれば不可避不純物を含有してもよい）を採用することにより、上記の効果は一層高められる。一方、Ag系反射金属層は、Pdを含有したAg合金により構成することもできる。Pdを含有したAg合金は、耐硫化性及び耐酸化性が良好であり、硫化ないし酸化に由來した劣化（反射層として用いる場合には反射率の劣化、電極として他の電気端子と接続する際には接触抵抗の増加）の防止に効果がある。

#### 【0021】

なお、本発明において金属層の具体的な形成方法としては、真空蒸着やスパッ

ターリングなどの気相成膜法のほか、無電解メッキあるいは電解メッキなどの電気化学的な成膜法を採用することもできる。

### 【0022】

化合物半導体層を  $(Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}P$  (ただし、 $0 \leq x \leq 1$ ， $0 \leq y \leq 1$ ) にて形成する場合、該化合物半導体層の貼り合わせ側主表面上に  $AgGeNi$  コンタクト層を形成し、該  $AgGeNi$  コンタクト層を覆うように第一  $Ag$  系金属層を形成することが好ましい。この場合、 $AgGeNi$  コンタクト金属と化合物半導体層との合金化熱処理を例えば、350°C以上660°C以下にて行なうことにより、接触抵抗の低減効果が高められる。

### 【0023】

#### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を添付の図面を参照して説明する。

図1は、本発明の一実施形態である発光素子100を示す概念図である。発光素子100は、透明導電性基板であるn型GaN単結晶よりなるGaN基板7の主表面上に、発光層部24が透明導電層（例えばITO（Indium-Tin Oxide）層）30を介して貼り合わされた構造をしてなる。

### 【0024】

GaN基板7は、GaN単結晶インゴットをスライス・研磨して製造されたものであり、その厚みは例えば100μm以上500μm以下である。該GaN基板7の主裏面は、例えばAg層よりなるAg系反射金属層15にて覆われている。また、GaN基板7とAg系反射金属層15との間には、 $AgGeNi$  コンタクト金属（例えばGe：15質量%、Ni：10質量%、残部Ag）とGaN基板7の表面部とが合金化した、Ag系コンタクト層32が配置されており、素子の直列抵抗低減に貢献している。Ag系コンタクト層32は、電極層をなすAg系反射金属層15と素子本体をなすGaN基板7とともに、本発明の半導体素子用オームック電極構造を構成している。なお、 $AgGeNi$  コンタクト層32は、Ag系反射金属層15の主表面上に分散形成され、その形成面積率は1%以上25%以下である。

### 【0025】

発光層部24は、ノンドープ ( $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}$ )<sub>y</sub> $\text{In}_{1-y}\text{P}$  (ただし、 $0 \leq x \leq 0.55$ ,  $0.45 \leq y \leq 0.55$ ) 混晶からなる活性層5を、第一導電型クラッド層、本実施形態ではp型 ( $\text{Al}_z\text{Ga}_{1-z}$ )<sub>y</sub> $\text{In}_{1-y}\text{P}$  (ただし  $x < z \leq 1$ ) からなるp型クラッド層6と、前記第一導電型クラッド層とは異なる第二導電型クラッド層、本実施形態ではn型 ( $\text{Al}_z\text{Ga}_{1-z}$ )<sub>y</sub> $\text{In}_{1-y}\text{P}$  (ただし  $x < z \leq 1$ ) からなるn型クラッド層4とにより挟んだ構造を有し、活性層5の組成に応じて、発光波長を、緑色から赤色領域（発光波長（ピーク波長）が550 nm以上670 nm以下）にて調整できるが、緑ないし黄緑系の発光を得るには、ピーク波長を550 nm以上580 nm以下の範囲で設定する。図1の発光素子100では、金属電極9側にp型AlGaInPクラッド層6が配置されており、Ag系反射金属層15側にn型AlGaInPクラッド層4が配置されている。従って、通電極性は金属電極9側が正である。なお、ここでいう「ノンドープ」とは、「ドーパントの積極添加を行なわない」との意味であり、通常の製造工程上、不可避的に混入するドーパント成分の含有（例えば1013～1016/cm<sup>3</sup>程度を上限とする）をも排除するものではない。

### 【0026】

また、発光層部24の主表面上には、AlGaAsよりなる電流拡散層20が形成され、その主表面の略中央に、発光層部24に発光駆動電圧を印加するための金属電極（例えばAu電極）9が、該主表面の一部を覆うように形成されている。電流拡散層20の主表面における、金属電極9の周囲の領域は、発光層部24からの光取出領域をなす。発光層部24からの光は、光取出面側に直接放射される光に、Ag系反射金属層15による反射光が重畠される形で取り出される。

### 【0027】

なお、Ag系反射金属層15の厚さは、反射効果を十分に確保するため、80 nm以上とすることが望ましい。また、厚さの上限には制限は特にないが、反射効果が飽和するため、コストとの兼ね合いにより適当に定める（例えば1 μm程度）。

### 【0028】

以下、図1の発光素子100の製造方法について説明する。

まず、図2の工程1に示すように、発光層成長用基板をなす半導体単結晶基板であるGaAs単結晶基板1の主表面に、p型GaAsバッファ層2を例えれば0.5μm、AlAsからなる剥離層3を例えれば0.5μm、さらにp型AlGaAsよりなる電流拡散層20を例えれば5μm、この順序にてエピタキシャル成長させる。また、その後、発光層部24として、1μmのp型AlGaInPクラッド層6、0.6μmのAlGaInP活性層（ノンドープ）5、及び1μmのn型AlGaInPクラッド層4を、この順序にエピタキシャル成長させる。そして、工程2に示すように、発光層部24形成後に主裏面となる側に透明導電層30を形成する。

### 【0029】

そして、工程3に示すように、別途用意したGaP基板7の主表面を、発光層部24上に形成された透明導電層30に重ね合わせて圧迫し、適当な温度で熱処理することにより貼り合わせて、基板貼り合わせ体50を作る。次に、工程4に進み、上記基板貼り合わせ体50を、例えば10%フッ酸水溶液からなるエッティング液に浸漬し、バッファ層2と発光層部24との間に形成したAlAs剥離層3を選択エッティングすることにより、GaAs単結晶基板1（発光層部24からの光に対して不透明である）を、発光層部24とこれに接合されたGaP単結晶基板7との積層体50aから剥離する。なお、AlAs剥離層3に代えてAlInPよりなるエッチング液を用いて、AlAs剥離層3をエッティング除去する工程を採用することもできる。このように、発光層成長用基板を全てエッティングにより除去することも、「剥離」の概念に属するものとする。

### 【0030】

次に、工程5に示すように、GaP基板7の主裏面にAgGeNiコンタクト金属の蒸着層を分散形成し、さらに、350℃以上660℃以下の温度域で合金

化熱処理を行なうことにより、AgGeNiコンタクト層32を形成する。その後、AgGeNiコンタクト層32を覆うようにAg系反射金属層15を形成する。AgGeNiコンタクト層32はGaN基板7との間に良好なオーム接觸を形成し、しかもAg系反射金属層15との密着性も高い。以上の工程で各金属層は、スパッタリングあるいは真空蒸着等を用いて行なうことができる。なお、合金化熱処理は、Ag系反射金属層15の形成後に行ってよい。

### 【0031】

そして、工程6に示すように、GaN単結晶基板1の剥離により露出した電流拡散層20の主表面の一部を覆うように、ワイヤボンディング用の電極9（ボンディングパッド：図1）を形成する。以下、通常の方法によりダイシングして半導体チップとし、これを支持体に固着してリード線のワイヤボンディング等を行なった後、樹脂封止をすることにより最終的な発光素子が得られる。

### 【0032】

なお、以上の実施形態では、発光層部24の各層をAlGaInP混晶にて形成していたが、該各層（p型クラッド層6、活性層5及びn型クラッド層4）をAlGaInN混晶により形成することもできる。発光層部24を成長させるための発光層成長用基板は、GaN単結晶基板に代えて、例えばサファイア基板（絶縁体）やSiC単結晶基板が使用される。サファイア基板上にGaNバッファ層を介してAlGaInN混晶よりなる発光層部が形成されている場合、サファイア基板の裏面側からエキシマレーザーを照射することによりGaNバッファ層が溶解し、サファイア基板を剥離除去することができる。発光層部24の発光波長が450nm以上580nm以下のとき、Ag系金属層15を採用することによる、青色ないし緑色系の光の反射率向上効果が大きい。

### 【0033】

また、発光層部24の各層は、上記実施形態では、基板側からn型クラッド層4、活性層5及びp型クラッド層6の順になっていたが、これを反転させ、基板側からp型クラッド、活性層及びn型クラッド層の順に形成してもよい。

### 【図面の簡単な説明】

#### 【図1】

本発明の発光素子の一実施形態を積層構造にて示す模式図。

【図 2】

本発明の発光素子の製造工程の一例を示す説明図。

【図 3】

種々の金属の反射スペクトルを示す図。

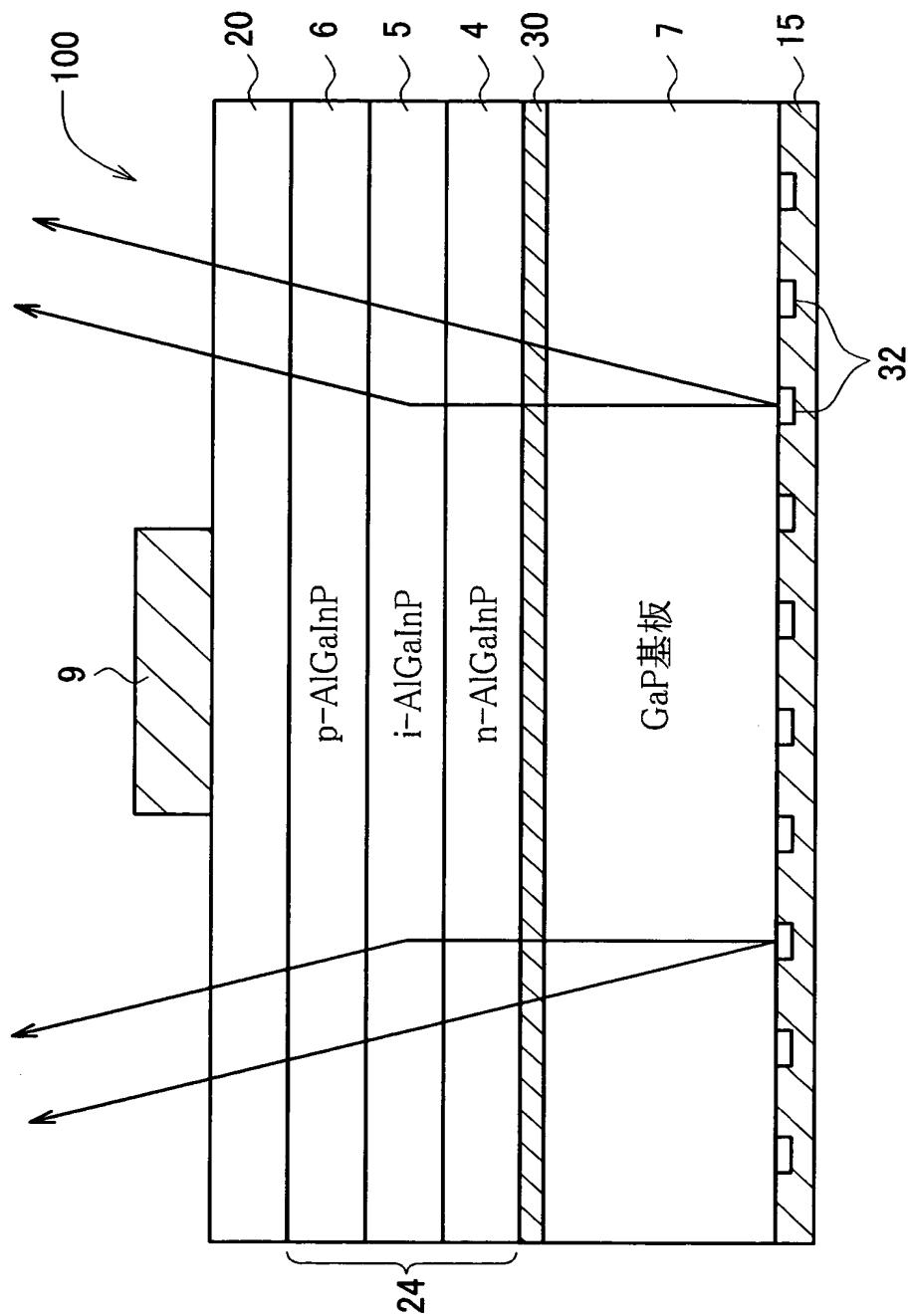
【符号の説明】

- 1 GaAs 単結晶基板（発光層成長用基板）
- 4 n型クラッド層（第二導電型クラッド層）
- 5 活性層
- 6 p型クラッド層（第一導電型クラッド層）
- 7 GaP 基板（透明導電性基板）
- 9 金属電極
- 15 Ag 系反射金属層
- 24 発光層部
- 32 AgGeNi コンタクト層
- 100 発光素子

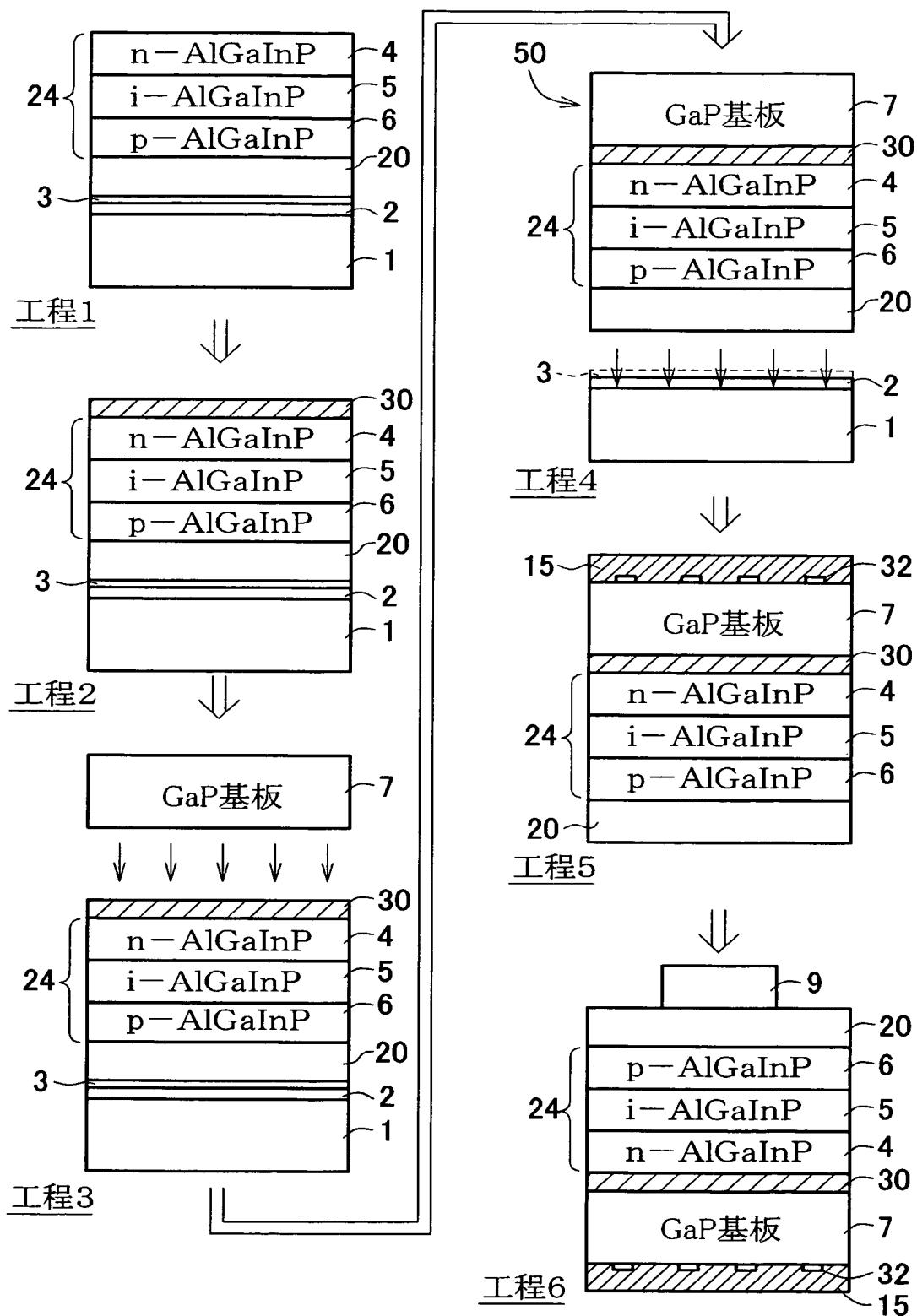
【書類名】

図面

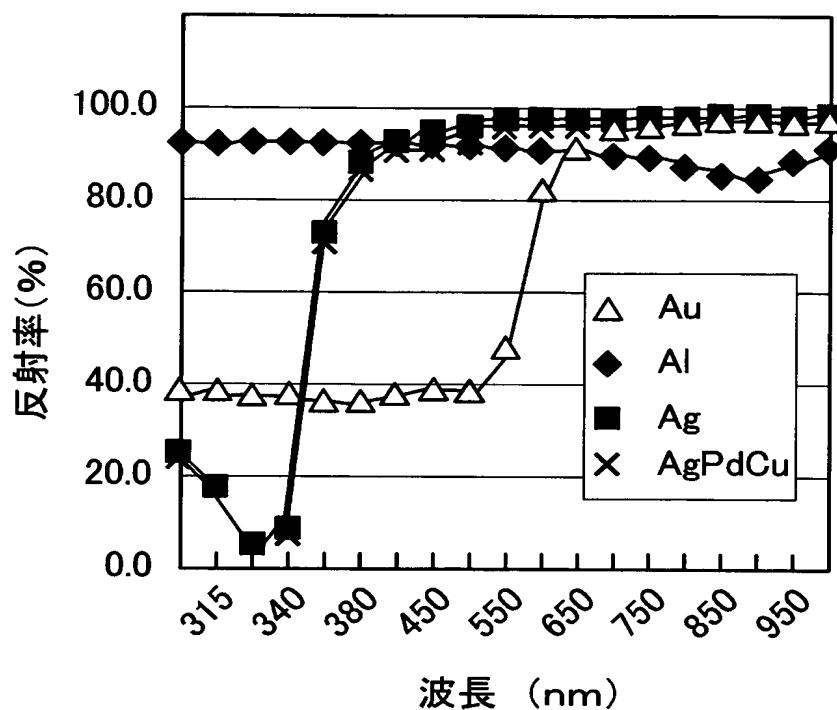
【図1】



【図2】



【図3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 AlGaInP又はInGaAlNとAg系反射金属層との間に良好なオーム接觸を形成でき、かつ、青色から緑色の光に対する光取出効率を一層高めることができる発光素子を提供する。

【解決手段】 発光素子100は、透明導電性基板であるn型GaN単結晶よりなるGaN基板7の主表面上に、発光層部24が透明導電層30を介して貼り合わされた構造を有する。GaN基板7の主裏面は、例えばAg層よりなるAg系反射金属層15にて覆われている。また、GaN基板7とAg系反射金属層15との間には、AgGeNiコンタクト金属とGaN基板7の表面部とが合金化したAgGeNiコンタクト層32が、Ag系反射金属層15の主表面上に分散形成されている。

【選択図】 図1

特願2003-023379

出願人履歴情報

識別番号 [000190149]

1. 変更年月日 1990年 8月 7日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内1丁目4番2号  
氏 名 信越半導体株式会社